

## A TURIZMUS KLÍMA INDEX MÓDOSÍTÁSI LEHETŐSÉGE A KÖZÉP-EURÓPAI KLIMATIKUS VISZONYOKHOZ

### POSSIBILITY OF MODIFICATION OF TOURISM CLIMATIC INDEX TO CENTRAL EUROPEAN CLIMATIC CONDITIONS

Kovács Attila, Unger János

Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2. [kovacsattila@geo.u-szeged.hu](mailto:kovacsattila@geo.u-szeged.hu)

**Összefoglaló.** Az éghajlati viszonyok általános turisztikai (pl. városlátogatási) célokra való alkalmasságát leggyakrabban az ún. turizmus klíma index (Tourism Climatic Index – TCI) segítségével jellemzik. Vizsgálataink során az eredeti indexet két szempontból módosítottuk. Egyrészt, az index termikus komfortviszonyokat jellemző komponenseiként a széles körben használt fiziológiailag ekvivalens hőmérsékletet (PET) alkalmaztuk. Másrészt, az index időbeli felbontását egy városnéző turista jellemző tartózkodási idejéhez igazítottuk azzal, hogy az eredetileg havi felbontást tíznaposra finomítottuk. E módosított index segítségével néhány hazai és közeli közép-, illetve dél-európai turisztikai célterület példáján jellemeztük és összehasonlítottuk, hogy milyen időszakokban lehetnek megfelelőek vagy hátrányosak a klimatikus viszonyok turisztikai célokra. Az alkalmazott módosítások lehetőséget nyújtanak egy korszerűbb, a közép-európai körülményekre alkalmazható TCI kifejlesztéséhez.

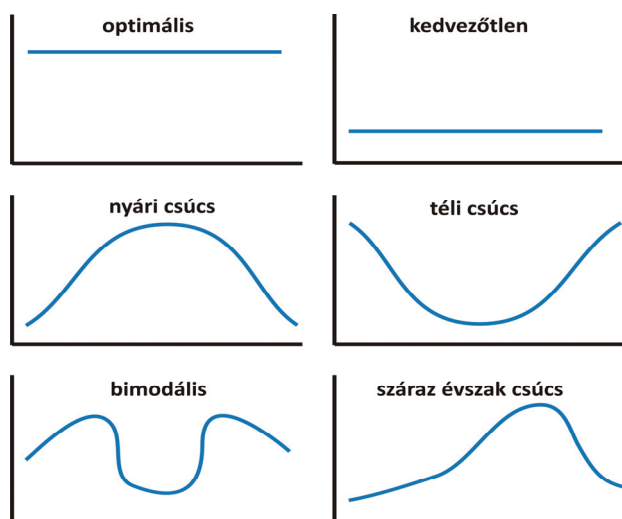
**Abstract.** The suitability of climate for general tourism purposes (i.e., sightseeing) is most frequently evaluated by the Tourism Climatic Index (TCI). In this study the original TCI is modified in two ways. On the one hand, the widely used bioclimatic index, Physiologically Equivalent Temperature (PET) is applied in the parts of the index related to thermal comfort conditions. Furthermore, the temporal resolution of TCI is adjusted to a ten-day scale, since it suits better to tourists' average length of stay during sightseeing tours. Using the modified TCI we characterized and compared which periods of the year could be climatically suitable or unfavourable for tourism purposes in some Hungarian and relatively close Central and Southern European tourist destinations as examples. These modifications provide an opportunity to update the TCI to Central European conditions.

**Bevezetés.** A turizmus a magyar nemzetgazdaság egyik meghatározó szektora. A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján 2011-ben a több mint 41 millió külföldről érkező turista 1200 milliárd forinttal járult hozzá hazánkban a turizmus ágazatának bővüléséhez. A turizmusra jellemző ágazatok pedig a legutóbbi hivatalos adatok alapján a bruttó hazai termék (GDP) 5,9%-át adják és az összes foglalkoztatott 8,4%-ának biztosítanak munkát. Egy terület turisztikai vonzerejét számos tényező befolyásolja. A terület földrajzi elhelyezkedésén, domborzatán, tájképén, flóra és fauna összetételén túl az éghajlat is jelentős turisztikai erőforrásnak számít (*de Freitas, 2003*). A klíma döntő szempont lehet a turisztikai célterületek kiválasztásának folyamatában azáltal, hogy meghatározza egy terület adott turisztikai tevékenységre való alkalmasságának időpontját és időtartamát, illetve adott időszakban az optimális klimatikus viszonyokat nyújtó területeket (*Mieczkowski, 1985*). Végeredményben hatást gyakorol a látogatóknak a célterületen kialakuló általános elégedettségére és közérzetére. A klíma éven belüli változékonysága pedig egy adott helyen jelentősen befolyásolhatja a turisztikai szezon minőségét és hosszát, vagyis a szezonaritást, ezáltal a turisztikai keresletet is erőteljesen alakíthatja (*Scott and McBoyle, 2001; Scott et al., 2008*). Azon területek, melyek „kedvező” klímával rendelkeznek, versenyelőnybe kerülhetnek a többi fogadó területhez képest. Ezért nagy hangsúly helyeződött az elmúlt néhány évtizedben olyan mérőszámok kifejlesztésére, melyek a klíma éven belüli változásának hatását jellemezni tudják a különböző turisztikai tevékenységek alkalmasságára, s hathatós információkat nyújtanak mind a turisztikai szolgáltatók, mind a turisták számára. Az értékesítő szakemberek egy ilyen index ismeretében például a szezonaritás kockázatát csökkenthetik, ha adott esetben növelik a kínálatot a csúcspolgalmi időszakon kívül, míg

az utazók a megfelelő helyszínt és időpontot, illetve tevékenységformát tudják optimálisabban kiválasztani. Az emberek nem külön-külön az egyes klimatikus állapotjelzőket, hanem ezek együttes hatását érzékelik, s ezekre reagálnak (*Mieczkowski, 1985; de Freitas, 2003*). A különböző paraméterek alapvetően háromféle módon fejthetik ki hatásukat: fiziológiailag, fizikailag és pszichológiailag. Ez alapján *de Freitas* (2003) három osztályba sorolta a turizmusra befolyással bíró fő klimatikus paramétereket: termikus, fizikai és esztétikai (*1. táblázat*). Általánosan elfogadott, hogy egy korszerű turisztikai klimatológiai mérőszámnak lehetőleg törekednie kell az éghajlat termikus, fizikai és esztétikai komponensének is a figyelembevételére, s egyetlen univerzális indexbe integrálni a főbb állapotjelzőket (*de Freitas, 2003; Matzarakis, 2006; Scott et al., 2008; Yu et al., 2009; Perch-Nielsen et al., 2010*). Az egyik széles körben használt és népszerű turisztikai klimatológiai mérőszám az ún. turizmus klíma index (Tourism Climatic Index – TCI; *Mieczkowski, 1985*), amely jelenleg a legátfogóbb klímaindex a turizmus területén. A TCI alkalmas a klímaváltozás turizmusra gyakorolt globális vagy regionális hatásának a jellemzésére is, ezért számos tanulmányban különböző éghajlati scenáriókra futtatott klímamodell-eredményeket is felhasználnak az index számításához. Így például a közelmúlt és a jövőre is vizsgálta a TCI tér- és időbeli alakulását, főként a szezonális jellemzőket és eltéréseket kiemelve *Scott et al.* (2004) Észak-Amerika, míg *Amelung and Viner* (2006) és *Perch-Nielsen et al.* (2010) Európa területére. Vizsgálataink során a turizmus klíma index általános ismertetése után áttekintjük annak néhány hátrányos tulajdonságát s az ezzel kapcsolatos módosítási lehetőségeket. Az eredeti index struktúrájában végrehajtottunk két nagyobb módosítást, amelyek az első lépését jelentik egy korszerűbb, a

1. táblázat: A turizmusra ható fő éghajlati komponensek és jelentőségük (de Freitas (2003) alapján)

Éghajlati komponensek	Jelentőségük
<b>Termikus</b>	<b>Fiziológiai hatás</b>
lég hőmérséklet, szélsébség, lég nedvesség, hő hatású sugárzás, személyes tényezők együttes hatása	hőérzet, termikus komfort, fiziológiai stressz
	klímaterápia
<b>Fizikai</b>	<b>Fizikai hatás</b>
szél	por, homok, vagyoni kár
eső	elázás, csökkent látási viszonyok és élvezet
hó	téli sportok, tevékenységek
jegesedés	személyi sérülés, vagyoni károk
levegő minőség	egészség, allergia, közérzet
UV-sugárzás	egészség, napozás, napégés
<b>Esztétikai</b>	<b>Pszichológiai hatás</b>
napfény/felhőzet	terület vonzereje, élvezete
látástávolság	terület vonzereje, élvezete
nappalok hossza	tevékenységek időtartama, kényelem



1. ábra: optimális:  $TCI \geq 80$  minden hónapban; kedvezőtlen:  $TCI \leq 40$  minden hónapban; nyári csúcs:  $TCI$  legnagyobb június és augusztus között; téli csúcs:  $TCI$  legnagyobb december és február között; bimodális:  $TCI$  legnagyobb és második legnagyobb tavasszal ősszel; száraz évszak csúcs:  $TCI$  legnagyobb tavasszal vagy ősszel

közép-európai viszonyokra alkalmazható TCI kifejlesztésének. A módosított indexszel néhány hazai és egyéb közép-, illetve dél-európai város példáján keresztül jellemezzük, hogy klimatológiai szempontból mely területek és milyen időszakok lehetnek megfelelőek vagy kedvezőtlenek turisztikai célokra.

**A turizmus klíma index.** Az eredeti turizmus klíma indexet Mieczkowski (1985) fejlesztette ki, turisztikai szempontú éghajlat-osztályozással és humán biometeorológiával foglalkozó szakirodalmi források alapján. A TCI értelmezése egy átlagos turista olyan általános szabadtéri turisztikai tevékenységeire vonatkozik, mint a városnézés, vásárlás és hasonló könnyed szabadtéri fizikai tevékenységek. Az index hét meteorológiai állapotjelző havi átlagait ötvözi öt tényezőbe (nappali komfortindex, napi komfortindex, csapadék, napfény és szél), s az egyes tagokat értéküktől függően 0 (kedvezőtlen) és +5 (optimális), a komfortviszonyokat kifejező tényezőket –3 és +5

közötti minősítéssel illeti. Az öt tényezőt eltérő súllyal veszi figyelembe az index, amelyben a legnagyobb súllyal a nappali komfortindex (CId) rendelkezik, mivel ez a nap legerősebb turisztikai forgalmú időszakát jellemzi (kora délutáni órák; 2. táblázat). A TCI kiszámítása a súlyozott tagok összeadásával történik a következő módon:

$$TCI = 2(4CId + CIa + 2R + 2S + W)$$

Mivel mindegyik tag legnagyobb értéke 5 lehet, ezért a teljes index értéke maximum 100. A TCI index egyszerűen értelmezhető: egy –20-tól +100-ig terjedő skálán osztályozza a klíma turizmusra gyakorolt hatását, s a skálát 11 kategóriára osztja fel. A javasolt kategorizálás alapján az 50 feletti értékek elfogadhatónak, a 60 feletti-ek jónak, míg a 80-nál magasabb értékek kitűnőnek minősítik az adott terület klímáját a szabadtéri turizmus szempontjából (3. táblázat). Scott and McBoyle (2001) a TCI értékének évi eloszlása alapján hat eltérő lefutású menetet definiált úgy, hogy elméletileg minden helyszín TCI-menete megfelel az egyik kategória jellemzőinek (1. ábra). Ezáltal szemléletesen el lehet különíteni, hogy az év mely időszakai kedvezőbbek vagy éppen alkalmatlannak városnéző turisztikai tevékenységekre.

A termikus komfortot jellemző két tag (CId, CIa) az egyik legkorábbi, egyszerű empirikus termikus stresszindexen, a Houghten and Yaglou (1923) által kifejlesztett effektív hőmérsékleten (Effective Temperature – ET) alapul, amely a lég hőmérséklet és a relatív nedvesség termikus komfortra gyakorolt együttes hatását fejezi ki. Mesterséges klímakamrákban lévő nagyszámú teszt-alanyok különböző hőmérséklet-nedvesség kombinációk által kiváltott pillanatnyi szubjektív hőérzetét vizsgálták, s az ebből kirajzolt azonos hőérzetű görbék adták az effektív hőmérséklet izovonalait. Az optimális komforttartomány definícióját az alanyok lehető legnagyobb arányban kiváltott kedvező hőérzete határozta meg (a „várható elégedetlenségi arány” 5–20% közötti). Mintegy 50 évnyi kutatás eredményeképpen az ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) 1972-es szabványa képezi a legutolsó módosítását az effektív hőmérsékletnek, s ez

adja az alapját a TCI termikus komfort tagjai minősítő rendszerének. Az optimális komfortzóna eszerint a 20–27 °C közötti effektív hőmérséklet tartomány – ez kap 5 pontot.

zet és környezete közötti hőcsere folyamatokat s az alapvető hőszabályozási mechanizmusokat figyelembe vevő modellekből származnak. Az így levezethető indexek a szervezet hőszabályozó folyamatait közvetlenül befolyá-

2. táblázat: A turizmus klíma indexet felépítő tényezők, hatásuk és súlyozásuk

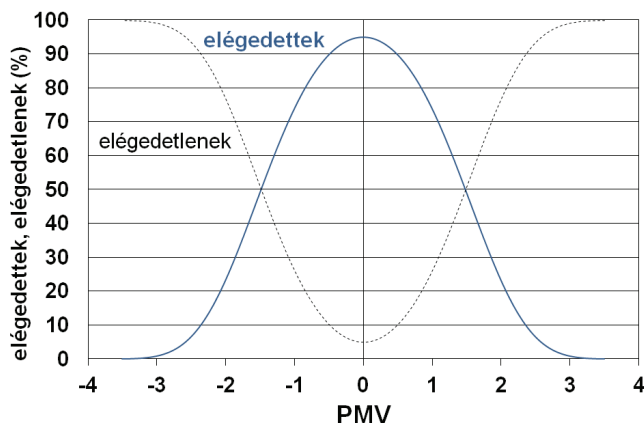
Tényezők	Havi átlag	TCI-re való hatás	Súlyozás
nappali komfort index (CI <sub>d</sub> )	napi maximumhőmérséklet (°C) és minimum relatív nedvesség (%)	a termikus komfortviszonyt jellemzi a legnagyobb napi turisztikai aktivitás idején (általában 12–16 óra között)	40%
napi komfortindex (CI <sub>a</sub> )	napi átlaghőmérséklet (°C) és átlagos relatív nedvesség (%)	az egész napra jellemző termikus komfortviszonyt jellemzi	10%
csapadék (R)	csapadékösszeg (mm)	szabadtéri tevékenységekre és közérzetre való negatív hatás	20%
napfény (S)	napfénytartam (óra)	pozitív hatás	20%
szél (W)	szélsebesség (ms <sup>-1</sup> )	változó hatás a nagyságától és a maximumhőmérséklettől függően	10%



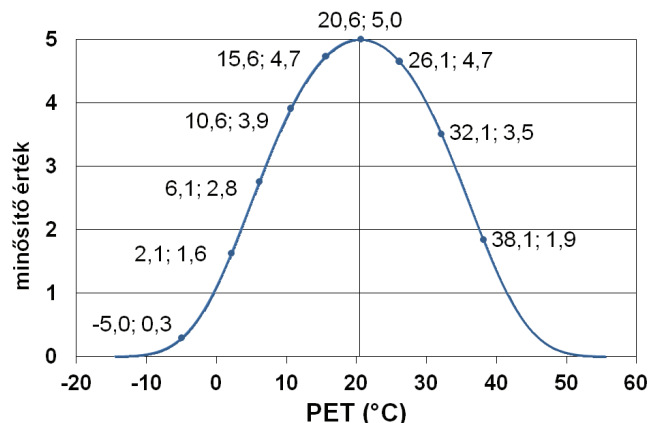
2. ábra: A nyugat- és közép-európai viszonyokra vonatkozó PET kategóriák értéktartományai, az emberi hőérzet és a fiziológiai stressz szint alapján (Matzarakis and Mayer (1996) nyomán)

Ennek két oldalán pedig az 1972-es szabványban meghatározott ET tartományonként csökken az adható minősítés 0,5 vagy 1 értékkel. A minősítő pontok viszont alapvetően a szerző szubjektív véleményén alapulnak, és nem validálták őket az emberek komfortérzetével. A használt ET – egyszerű empirikus index lévén – humán bioklimatológiai értelemben ma már túlhaladott, ezért használata nem jellemző a tudományág egyéb területein sem. Legnagyobb hátránya, hogy mindössze két meteorológiai állapothatározót ötvöz, s nem számol a többi termikus éghajlati komponenssel, tehát a szél- és a sugárzási viszonyok hőérzetet befolyásoló hatásával, éppen ezért nem jellemzi termofiziológiailag releváns módon a termikus komfortviszonyokat. Továbbá nem vesz figyelembe olyan fiziológiailag meghatározó személyes adatokat sem, mint például a ruházat, az emberi aktivitás mértéke, a kor, nem, testmagasság stb. Korszerűbb jellemzést adnak az ún. racionális bioklíma indexek, melyek az emberi test energiaegyenlegén alapul, a szerve-

soló összes légköri termikus tényezőt tartalmazzák: a léghőmérsékletet, a légnedvességet, a szélsebességet és a hőhatású sugárzási fluxusokat. Egy tipikusan szabadtéri alkalmazásra kifejlesztett s egyik legnépszerűbb index a fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet ( $PET - ^\circ C$ ; Mayer and Höppe, 1987; Höppe, 1999). Az index értelmezése tipikus beltéri körülményeket tükröző standard referenciakörülményekre vonatkozik. A termikus komfortviszonyok értékelése ugyancsak egy „standardizált” fiktív személyre érvényes, aki 35 éves, 175 cm magas, 75 kg tömegű férfi, alap metabolikus rátája 85 W, amit egy irodai munkának megfelelő értékkel (80 W) növel, továbbá ruházatának hőszigetelése egy vékony öltönynek felel meg. A PET egy olyan léghőmérsékletként definiálható, amelynél a fiktív beltéri környezetben lejátszódó hőcsere folyamatok ugyanolyan fiziológiai válaszreakciókat (perifériás véráramlás szabályozása, didergés, verejtékezés) váltanak ki a szervezetből, mint az aktuális kültéri viszonyok mellett. Nyugat- és közép-európai klimatikus



3. ábra: A termikus viszonyokkal való elégedettség és elégedetlenség (PPD) alakulása a PMV függvényében (ASHRAE és ISO szabványok alapján)



4. ábra: A PET hőérzeti kategóriák középértékei és a kapott minősítő értékeik

viszonyok esetén a 20 °C körüli PET értékek jelentik a termikusan komfortos állapotot, az ettől eltérő értékek egyre nagyobb meleg-, illetve hidegstresszt okoznak a szervezet számára (2. ábra).

**A turizmus klíma index alkalmazott módosításai.** Több tanulmány kiemeli az eredeti TCI index hátrányait és ezekkel kapcsolatban gyakran módosítási, korszerűsítési lehetőséget javasol (de Freitas, 2003; Matzarakis, 2006; de Freitas et al., 2008; Perch-Nielsen et al., 2010). Az effektív hőmérséklet helyett például többen egy másik indexet, az ún. látszólagos hőmérsékletet (Apparent Temperature – AT –, Steadman, 1979) alkalmazzák (Scott et al., 2004; Amelung and Viner, 2006; Perch-Nielsen et al., 2010), ugyanakkor ez is mindössze a léghőmérséklet-légnedvesség kombinációján alapul. Éles kritika alá esik a szakirodalomban az is, hogy a TCI az egyes állapotjelzők havi átlagait veszi és ezeket minősíti. A havi átlagok ugyanis jelentősen elnyomhatják az egyes paraméterek időbeli változékonyságát, holott a turisták számára a napok közötti és napon belüli klimatikus változások is jelentős hatással lehetnek, míg a havi felbontás nem jellemzi kellő felbontással a klimatikus viszonyokat. Emellett a havi bontás nem tükrözi megfelelően egy városnéző turista átlagos tartózkodási idejét a célterületen.

A fenti kritikákat alapul véve két módosítást vezetünk be a TCI eredeti struktúrájában. Első lépésként – a humán komfort körülmények realisabb figyelembe vétele érdekében – kísérletet tettünk a PET index beleillesztésére az effektív hőmérséklet helyett, és erre egy minősítő rendszert dolgoztunk ki. A hazai városokra az Országos Meteorológiai Szolgálat által mért órás léghőmérséklet, légnedvesség, szélesebb és felhőborítottság-adatokból, a külföldi városok esetén pedig a SYNOP-távíratokból kinyert (Prága esetén órás, Szaloniki esetén háromórás) adatokból PET értékeket számoltunk a RayMan bioklíma modell (Matzarakis et al., 2007) segítségével. Így a nappali (CId), illetve napi komfortindex (CIa) tagot a kiszámolt napi maximum, illetve napi átlagos PET adta. További módosításként a havi felbontás (és átlagok) helyett tíznapos (dekádonkénti) átlagokat képeztünk, így az egyes változók minősítéseit a tíznapi átlagértékekre alkalmaztuk. A TCI kiszámításához a PET-hez szükséges adatok-

bioklimatológiai referenciaszintre redukáltuk. A módosított index alakulását hat város példáján keresztül mutatjuk be: Szeged-Bajai út (46°15'É, 20°05'K), Siófok (46°54'É, 18°02'K), Debrecen (47°29'É, 21°36'K), Győr-Likócs (47°42'É, 17°40'K), Prága-Libus (50°0'É, 14°26'K), Szaloniki-Airport (40°31'É, 22°58'K). Az elemzés az első három város esetében az 1996 és 2010 közötti 15 évre vonatkozik, míg Győr, Prága és Szaloniki esetében adathiányokkal kapcsolatos problémák miatt a 2000–2010-es időszakra (11 év). A szélesebbesség (W), napfénytartam (S) és a csapadék (R) átlagok minősítő rendszerét, valamint az egyes tényezők súlyozását változtatlanul hagytuk Mieczkowski (1985) értékelő rendszerének megfelelően. (Mivel a csapadék minősítő-rendszere is eredetileg havi összegekre vonatkozott, ezért a tíznapi átlagok értékeléséhez leosztottuk hárommal az eredeti, minősítendő csapadékösszeg kategóriákat, s ezeket pontosztuk az eredeti pontszámokkal.) A PET index értékelésére ugyanakkor egy új rendszert kellett kidolgozni szem előtt tartva, hogy a minősítendő kategóriák és a minősítő értékek objektív elveken alapuljanak. A PET-et minősítő értékeket oly módon vezettük le, hogy a komfortos termikus viszonyok kapják a magasabb minősítő pontszámot, fokozódó hideg vagy meleg stresszviszonyok esetén pedig egyre alacsonyabb legyen az adható pont, s a csökkenések mértéke pedig ne szubjektív feltételezéseken alapuljon. Így segítségül hívtuk két mérőszám, az ún. „hőérzeti szavazatok várható értéke” (Predicted Mean Vote – PMV; Fanger, 1972) és a „várható elégedetlenségi arány” (Predicted Percentage of Dissatisfied – PPD –, Fanger, 1972) közötti, az ASHRAE 2004-es és az ISO7730:2005E szabvány által definiált függvénykapcsolatot, s ez alapján vezettük le a minősítő pontokat.

A PMV index Fanger (1972) komfortegyenletéből származó mérőszám, amelynek alapját több száz alany részvételével zajlott klímakamra-kísérletek szolgáltatták, s azt mutatja meg, hogy az emberek egy nagyobb csoportja egy eredetileg 7 (később 8) fokozatú (–4-től +4-ig terjedő) hőérzet-skálán átlagosan milyen értéket választana hőérzetének jellemzésére adott termikus változókkal (hőmérséklet, légnedvesség, szélesebbesség, átlagos sugárzási hőmérséklet) jellemezhető környezetben. A semle-

3. táblázat: A turizmus klíma index értékének osztályozása (Mieczkowski (1985) alapján)

TCI érték	Leíró kategóriák
90 – 100	ideális
80 – 89	kitűnő
70 – 79	nagyon jó
60 – 69	jó
50 – 59	elfogadható
40 – 49	közömbös
30 – 39	kedvezőtlen
20 – 29	nagyon kedvezőtlen
10 – 19	rendkívül kedvezőtlen
< 10	alkalmatlan

4. táblázat: A módosított turizmus klíma index PET alapú tényezőinek (CId, CIa) minősítése

PET kategóriák (°C)	PET kategória középérték (°C)	Minősítő pont
35,1 – 41,0	38,1	1,9
29,1 – 35,0	32,1	3,5
23,1 – 29,0	26,1	4,7
18,1 – 23,0	20,6	5,0
13,1 – 18,0	15,6	4,7
8,1 – 13,0	10,6	3,9
4,1 – 8,0	6,1	2,8
0,1 – 4,0	2,1	1,6
-10,0 – 0,0	-5,0	0,3

kon kívül napi napfénytartam és csapadék-összeg adatokat használtunk a már említett adatbázisokból. A szélesebbesség értékeket, melyek mérése állomástól függően 10–15 m körüli magasságban történik, 1,1 m-es

ges hőérzethez tartozó termikus komfortviszonyoknak a 0 PMV érték feleltethető meg, a pozitív és negatív irányban egyre növekvő értékek pedig fokozódó hideg, illetve meleg diszkomfort érzethez köthetők. Természetesen az

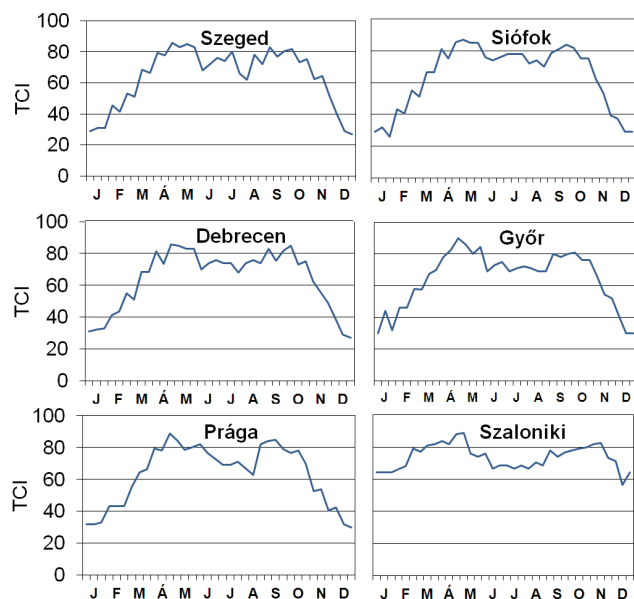
egyes hőérzeti szavazatok szóródnak az átlagos PMV értékek körül, azaz egy ugyanolyan PMV értékkel jellemzett környezet nem feltétlenül ugyanazt a hőérzetet váltja ki minden alanyból, ugyanakkor statisztikailag kimutatható, hogy az emberek szavazatainak aránya hogyan alakul a PMV függvényében. Az ISO szabvány alapján hideg vagy meleg diszkomfortot azon emberekből vált ki a termikus környezet, akik  $-1$ ,  $0$  vagy  $+1$  szavazattól eltérőt adnak, s ezen alanyok százalékos arányát nevezzük „várható elégedetlenségi aránynak” (PPD).  $0$  PMV érték esetén az ilyen hőérzet-szavazatok az adott populáció csupán  $5\%$ -át képezik, és értelemszerűen  $95\%$ -uk tekinthető termikusan elégedettnek (3. ábra). A termikus viszonyokkal való elégedetlenségnek (PPD) a PMV-vel való kapcsolatát az alábbi exponenciális függvény adja meg az ASHRAE és ISO szabványok értelmében:

$$PPD = 100 - 95e^{-0,03353PMV^4 - 0,2179PMV^2}$$

A PET minősítő értékeinek levezetésekor az előbbi haranggörbeszerű függvénykapcsolatot használtuk fel, és azt feltételeztük, hogy a termikus környezettel való elégedettség csökkenésével ekvivalens módon (alakban) csökkenjenek a PET-re adható minősítő pontok a TCI-ben. Kiindulási értékünk a neutrális hőérzethez kötődő  $0$  PMV volt, amelyet a komfortos PET kategóriahatárok

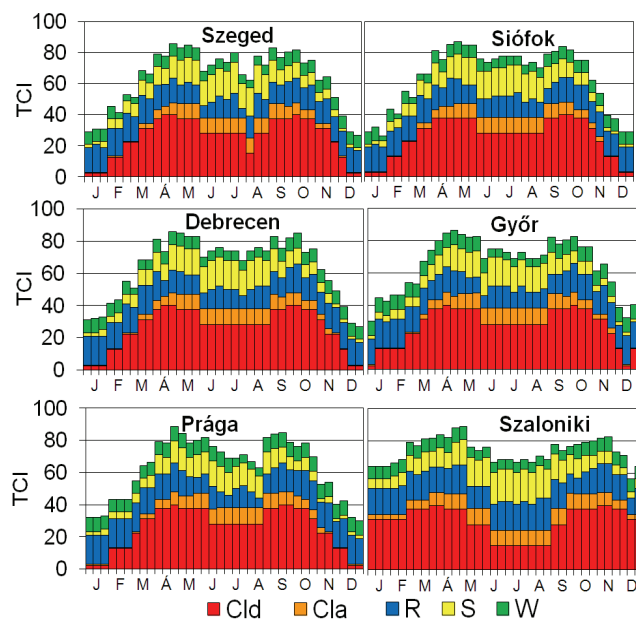
ezeket alkalmaztuk és értékeltük a vizsgált városainkra. Mindegyik PET kategóriát egy-egy minősítő értékkel jellemeztünk, melyet az egyes kategóriahatárok közé eső egytizedes értékek mediánjához (egyben számtani közepéhez) társuló, a korábbi módon levezetett érték adta. Mivel a hideg irányban sokkal inkább elnyúlik a PET skála a komfortkategóriához képest, így az extrém hideg viszonyok jogosan kisebb ponttal rendelkeznek a meleg szélsőségekhez képest (4. táblázat; 4. ábra). A fenti értékelést alkalmaztuk a TCI mindkettő, termikus komfortot kifejező tagjánál, azok tíznapi átlagértékeinek minősítésére.

**A módosított turizmus klíma index használata hazai és külföldi példák alapján.** A következőkben a módosított turizmus klíma index alakulását vizsgáljuk a hazai és külföldi városok példáján. A dekádonként kiszámolt TCI értékek évi meneteit az 5. ábra mutatja. Mindegyik vizsgált városra bimodális jellegű TCI eloszlást (1. ábra) kaptunk, vagyis a legoptimálisabb klíma városnéző turizmus szempontjából tavasszal, illetve ősszel jelentkezik, nyáron ugyanakkor ennél kedvezőtlenebb körülmények mutatkoznak. A tavasz és az ősz több dekádjában is kitűnőek a viszonyok ( $TCI > 80$ ), míg a nyári időszakban



5. ábra: A módosított TCI dekádonkénti értékeinek évi menete a vizsgált városokban

( $18,1$ – $23,0$  °C) közé eső értékek mediánjával ( $20,6$  °C) ekvivalensnek tekintettünk, s ezt  $5$  ponttal minősítettük. A hideg és meleg diszkomfort irányok felé haladva egy századnyi folyamatos PMV változásnak megfelelő elégedettségcsökkenést egytizednyi PET változáshoz társuló minősítő érték csökkenésnek feleltettünk meg. Így minden egyes tizedes PET-re kaptunk egy minősítő pontot. Konkrét vizsgálatainkban felhasználtuk a nyugat- és közép-európai klimatikus viszonyokra felállított és széles körben használt PET hőérzeti tartományokat (2. ábra), és



6. ábra: A módosított TCI-t felépítő tagok hozzájárulása az index értékéhez a vizsgált városokban, dekádonként, Cld: napi maximum PET, Cla: napi átlagos PET, R: napi csapadékösszeg, S: napi napfénytartam, W: napi átlagos szélesség

ugyan előnytelenebbnek, de még ekkor is általában nagyon jónak ( $70 < TCI < 80$ ) minősül a klíma. Július utolsó, illetve augusztus első tíz napjában viszont – Siófokot kivéve – sok esetben  $70$  alá esik az index értéke a városokban, amely azért még így is jó klimatikus viszonyokat tükröz. Ezen belül Szalonikiben már június közepétől kezdve egészen augusztus közepéig  $70$  alatti értékek jellemzők, melyek tehát a nyár nagy részére kissé kedvezőtlenebb klimatikus viszonyokat jeleznek. A téli évszakban általában kedvezőtlen vagy semleges ( $30 < TCI < 50$ ) vi-



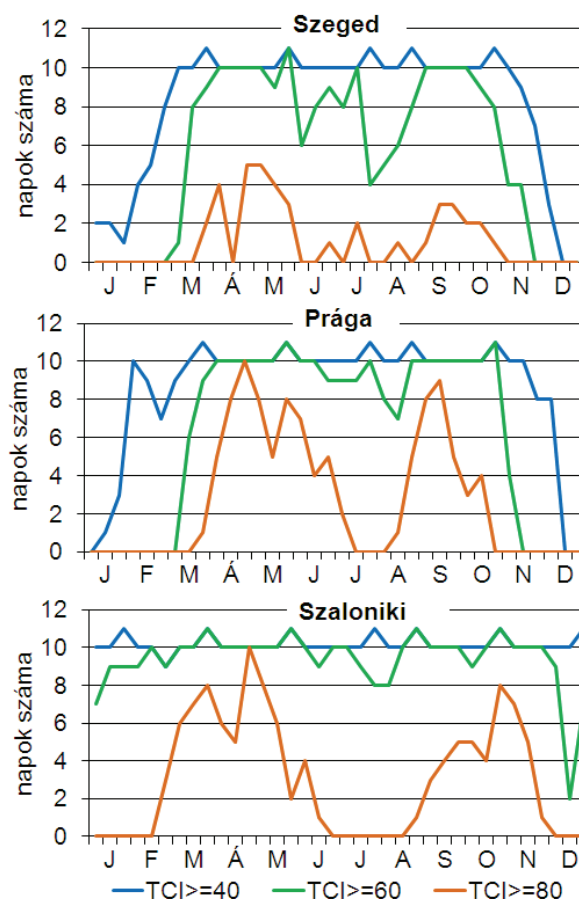
szonyok detektálhatók. Február utolsó tíz napjától, míg Prágában csak március első dekájától kezdve válnak elfogadhatóvá ( $TCI > 50$ ) a klimatikus viszonyok a városnéző tevékenységekhez, ami november utolsó, vagy december első tíz napjáig tart. Rendkívül figyelemreméltó, hogy Szaloniki a téli időszakban is egyértelműen alkalmas ilyen jellegű turizmusra: itt szinte egész télen jó ( $TCI > 60$ ) éghajlati körülmények uralkodnak (5. ábra).

Hogy részletesebben elemezhesük az egyes városok között fellelhető különbségeket, illetve ezek lehetséges okait, a következőkben megvizsgáljuk, hogy milyen mértékben járulnak hozzá a TCI-t felépítő tényezők a fenti általános jellemzők kialakításához. A 6. ábrán a TCI-tagok hozzájárulását láthatjuk az index összértékéhez tíznapos bontásban. Egyértelműen látszik, hogy a napi maximum PET tag ( $C_{id}$ ) a fő felelőse a bimodális szerkezet létrejöttének. A nyári dekádokban ugyanis ennek beálltakor (vagyis általában a délutáni órákban) a hazai városokban meleg ( $29\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$  PET), míg Prágában enyhe ( $23\text{--}29\text{ }^{\circ}\text{C}$  PET) vagy meleg, Szalonikiben pedig erős meleg termikus stresszviszonyok ( $35\text{--}41\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) alakulnak ki, amelyek jelentősen csökkentik az adható pontértéket – a legerősebben a görög városban. Tavasszal és ősszel a komfortállapothoz közelebbi átlagos napi maximum értékek pedig nem eredményeznek jelentős minősítéseszköket. Szintén ez a tag okozza, hogy Szalonikiben a téli időszakban is kellemes lehet a klíma a többi helyszínnel ellentétben. Szembetűnő még Szeged esetén augusztus első dekájában egy visszaesés, ami már ekvivalens a Szaloniki klimatikus viszonyaira kapott minősítő értékkel. Így a TCI (62,2) már éppen hogy csak jónak értékeli az éghajlati viszonyokat Szegeden (6. ábra) – nagy eséllyel károsan befolyásolhatja a meleg terhelés szabadtéri tevékenységeinket. Érdekes, hogy a görög város kissé jobb értékkel (66,6) rendelkezik ekkor, amelyet a nagyobb átlagos napfénytartam és a kisebb csapadékösszeg okoz, de a délutáni erős meleg stresszviszonyok jelentősen rontják a turisták komfortérzetét. Az egész napra vonatkozó átlagos PET tag ( $C_{ia}$ ) a hazai városokban és Prágában csak márciustól novemberig ad érdemi hozzájárulást a TCI-hez, a nyári dekádokban (a cseh fővárosban csak a nyár közepén) pedig a komforttartományba esik, tehát a maximumpontot kapja. Szaloniki esetében ez csak május közepére és végére korlátozódik, nyáron már enyhe meleg terhelést jelez az egész napi átlag. Ugyanakkor a többi időszakban is számottevő hozzájárulást ad, mivel nem esik túlságosan távol a komfortos tartománytól, így nem jelez olyan mértékű hideg stresszviszonyokat, mint a többi város esetében. A csapadék (R) a hazai városok és Prága esetében május és augusztus között kisebb mértékben járul hozzá a TCI értékéhez a többi időszakhoz képest, mivel ekkor több csapadék detektálható a tíznapos átlagok tekintetében, ami a minősítő rendszer szerint rontja a turizmus klímaviszonyait. Így a bimodális alakú TCI-menetek (5. ábra) létrejöttéért a csapadék tag szerepe sem elhanyagolható, noha kisebb súlya miatt természetesen jóval kevésbé jelentős a hatása, mint a maximum PET tagnak ( $C_{id}$ ). Szaloniki csapadékeloszlása

rapshodikus: 2–3 hetes csapadékszünetek, köztük 1–2 (általában jelentős) csapadékot adó nap váltakozik az év során, nyáron pedig mindössze 3–4 napon hullik jelentős ( $> 5\text{ mm}$ ) csapadék. Ezzel együtt megfigyelhető, hogy a tíznapos átlagos csapadékösszegek a téli időszakot kivéve kisebbek a többi városhoz képest, így itt – mint ahogy a 6. ábra magas pontértékei is mutatják – a csapadék nem akadályozza jelentősen a szabadtéri turisztikai tevékenységeket az év nagy részében. A napfénytartam (S) – téli minimuma és nyári maximuma miatt – mindenhol nyáron javítja leginkább, míg télen járul hozzá a legkevésbé az index értékéhez. Kiemelendő, hogy Prága – a magyar városokhoz képest – kisebb napfénytartama kedvezőtlenül, míg Szaloniki magasabb napfényes óráival előnyösen befolyásolhatja a terület vonzerejét (6. ábra). A szélsebesség-átlagok (W) az év során nem mutatnak jelentős különbségeket. A minősítő pontjaik a nyári időszakban némileg kisebbek, de nem mutatkozik jelentős haviszezonális jellegzetesség, s az állomások között sincs jelentős különbség.

A következőkben kiemelünk három élesebb TCI-küszöbértéket (40, 60, 80) és elemezzük az ezeket meghaladó napok átlagos számának alakulását a vizsgált időszakokra vonatkozóan. Dekádonkénti eloszlásukat Szeged, Prága és Szaloniki városára mutatjuk be, mivel a magyar városok között csak kisebb különbségek jelentkeznek (7. ábra). A 40 vagy a feletti napok legalább semlegesnek, elfogadhatónak minősülnek, 60 felett legalább jónak, míg 80 felett már kitűnőnek értékelhető a klíma a turizmus szempontjából. Szegeden és Prágában márciustól novemberig egyik nap sem jellemezhető kedvezőtlen ( $TCI < 40$ ) klimatikus viszonyokkal, Szalonikiben pedig az összes nap az év során legalább semleges, tehát még télen sincsenek kedvezőtlen napok. A jó klimatikus viszonyokat tükröző napok számának eloszlásában már felismerhető egy bimodális jellegű szerkezet, különösen Szeged esetén jellemző a nyári dekádokban kevesebb klimatológiai szempontból jó nap. Szaloniki viszonylag egyenletesen jó napokkal rendelkezik az egész év folyamán. Érdekes jellemzőket mutat a kitűnő napok számának eloszlása. A bimodális jelleg megmarad mindhárom város esetén, de míg a görög város már tél végétől az őszi végéig felmutat kitűnő napokat is, addig Szegeden és a cseh fővárosban ez később lesz jellemző és korábban ér véget. Szembetűnő továbbá, hogy összességében Szegeden kevesebb a kitűnő nap az átmeneti évszakokban, Prágában és Szalonikiben nagyobb eséllyel számíthatunk erre, ha tavasszal vagy ősszel utazunk. A nyári időszakban romlás mutatkozik mindegyik városban, de jelentős időbeli különbségekkel: a görög településen már a tavasz második felében hirtelen csökkenni kezd a kitűnő napok száma és őszi elejétől térnek csak vissza, addig Szegeden szűkebb a kedvezőtlenebb intervallum, és nyáron is előfordul kitűnő nap. A cseh fővárosban viszont csak nagyon szűk sávra korlátozódnak a nyári kedvezőtlenebb viszonyok, így még júniusban, illetve már a nyár végén is lehet kitűnő napokra számítani (7. ábra).

**Összegzés.** A turizmus klíma index alkalmazott módosításai jelentős előrelépést jelentenek az index fejlesztésében. A fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet belefoglalása révén a TCI termikus komfortot kifejező tagjai sokkal korszerűbb alapokon nyugszanak az eredeti indexhez képest. A PET minősítő rendszerének kidolgozása során a termikus környezet értékelésével kapcsolatos objektív, nemzetközi szabványokat használtunk fel. Azt feltételeztük, hogy a termikus környezet által nagyszámú embercsoportban kiváltott hőérzet és az így kialakuló, termikus környezettel való elégedettség között definiált függvénykapcsolat alkalmas a turisták PET-tel jellemzett termikus környezetének minősítésére. Minősítő rendszerünket erre építve vezettük le, és a nyugat-, illetve közép-európai térségre alkalmazandó, széles körben használt hőérzeti skálát használtuk fel. Azáltal pedig, hogy dekádos (és nem havi) időbeli felbontást alkalmaztunk, a turisták tartózkodási idejéhez sokkal inkább illeszkedő felbontásban, részletesebben jellemezhetjük a turizmus klímaviszonyait. A kapott eredményeink szemléletesen mutatják, hogy egy adott helyszínen mely időszakok (dekádok), vagy egy adott időszakban mely helyszínek lehetnek optimálisabbak vagy éppen hátrányosabbak szabadtéri (városnéző) turisztikai tevékenységekre. Világosan megmutatkozik a TCI értékek bimodális alakzata révén, hogy a nyári időszak mindegyik városban kedvezőtlenebb éghajlati viszonyokkal rendelkezik, melynek döntő oka a (délutáni) meleg terhelés, így a legoptimálisabb időszakok a városnéző tevékenységekre az átmeneti évszakok lehetnek. Szalonikiben ugyanakkor a téli időszakban is alkalmasak maradhatnak a körülmények városnézésre, ellentétben a többi helyszínnel. Fontos megemlíteni, hogy nem elegendő csak önmagában a TCI összértékét tekinteni, hanem az öt felépítő tényező hozzájárulásának mértékét is érdemes szemügyre venni. Például az összértéket nézve Szaloniki nem mutat nyáron jelentősen rosszabb körülményeket a többi városhoz képest, viszont ha az egyes tagokat külön tekintjük, az igen fontos és nagy súllyal rendelkező PET-tagok 1–2 hőérzeti kategóriával kedvezőtlenebb stressz-viszonyokat jeleznek a többi városhoz képest, amely már jelentős mértékben negatívan befolyásolhatja komfortérzetünket és közérzetünket, amit a több napfény és a kevesebb csapadék kedvező (esztétikai-fizikai) hatásai valószínűleg nem tudnak teljes mértékben kompenzálni. Elemzéseink során alapvetően két olyan hátrányos tulajdonsága is megmutatkozott az indexnek, melyet érdemes változtatni, hogy még pontosabban és valósághűen tudja jellemezni egy-egy helyszín turizmus klíma viszonyait. Egyik probléma, hogy – mivel a csapadék időben és térben az egyik legváltozékonyabb meteorológiai elem – a TCI csapadék-tag több dekádban is jelentősen torzíthatja az index összértékét, s így – valótlannul – túlságosan negatívnak minősítheti a klimatikus viszonyokat. Ugyanis, például konvektív csapadék – ami rövid ideje miatt ráadásul a turistákra általában kevésbé hat negatívan, mint például egy több napon át fennálló csapadék – egy-egy kiugró értéke olyan jelentős torzítást okozhat adott esetben a napi csapadékösszegek tíznapi-sokévi átlagolásai során, amelyek aztán az adott dekádban rendkívül kicsi minősítő pontot eredményeznek, így a TCI értékét is jelentősen csökkentik. Érdemes tehát át-



7. ábra: TCI-küszöbértékeket meghaladó napok száma dekádonként, TCI ≥ 40: legalább közömbös-elfogadható, TCI ≥ 60: legalább jó, TCI ≥ 80: kitűnő klimatikus viszonyok

gondolni a lehetőségek függvényében az alkalmazandó csapadékpármetert és magát a minősítő rendszert is. Az előbbieket ellenére észre lehet venni (Szalonikit nem számítva) a közép-európai térség éghajlatára jellemző nyári, nyár eleji csapadékmaximum és téli -minimum eredményként kialakuló minősítésbeli különbségeket.

A TCI szélsőbesség tagját és minősítő rendszerét változtatlanul hagytuk az indexben. *Mieczkowski* (1985) főként a termikus hatásai alapján állította fel (maximumhőmérséklettől függő) minősítési rendszerét, amelyeket jelen vizsgálatainkban a PET index már kifejez. Ugyanakkor a szél fizikai (mechanikai) hatását is feltétlenül érdemes lenne figyelembe venni az indexben, s ezt jellemezni a szélsőbesség taggal, egy módosított, egyszerűsített minősítő rendszer segítségével. Vizsgálataink során megmutatkozott, hogy a *Mieczkowski* (1985) által használt minősítő rendszerben az alacsonyabb hőmérsékletek és nagyobb szélsőbességek során használandó *wind chill nomogram* alkalmazása nem szerencsés, mert – a csapadékhhoz hasonlóan – irreálisan alulminősíti az adott dekádokat a többihez képest. Vizsgálataink továbbfejlesztéseként célszerűnek tartjuk a szabadtéri-városnéző turisztikai tevékenységek szempontjából inaktív éjszakai órákat kizárni a jelenleg még egész napot lefedő vizsgált időszakból, és csak az adott helyszín átlagos napkelte és napnyugta közötti időszakait vizsgálni, akár dekádonkénti bontásban. Azonban, mivel a szabadtéri turizmus nap-

nyugta után is jelentős maradhat néhány óráig – különösen nyáron –, ezért ezt az esti időszakot is – akár külön kezelve – érdemes vizsgálni a nappali időszak mellett. Kidolgozás alatt áll egy új PET hőérzeti skála kifejlesztése egy sokévi, több évszaktot magába foglaló kérdőíves felmérés során nyert szubjektív hőérzet adatok felhasználásával. Az új skála alapvetően a Szeged környéki (dél-alföldi) lakosság hő- és komfortérzetét fogja tükrözni, s a jövőben e turisták utazásaira vonatkoztatva tudjuk majd vizsgálni különböző közép-európai helyszíneken a bioklimatikus és turizmus klíma viszonyok módosulásait, az utazók komfortérzete és az éghajlati körülmények közötti kapcsolatrendszerét.

## Irodalom

- Amelung, B. and Viner, D., 2006: Mediterranean tourism: exploring the future with the tourism climatic index. *Journal of Sustainable Tourism* 14, 349–366
- de Freitas, C. R., 2003: Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International Journal of Biometeorology* 48, 45–54
- de Freitas, C. R., Scott, D. and McBoyle, G., 2008: A second generation climate index for tourism (CIT): specification and verification. *International Journal of Biometeorology* 52, 399–407
- Fanger, P. O., 1972: Thermal Comfort. McGraw Hill Book Co., New York pp. 244
- Houghten, F. C. and Yaglou, C. P., 1923: Determining equal comfort lines. *Journal of the American Society of Heating and Ventilating Engineers* 29, 165–176
- Höppe, P., 1999: The physiological equivalent temperature – an universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology* 43, 71–75
- Matzarakis, A. and Mayer, H., 1996: Another kind of environmental stress: thermal stress. *WHO Newsletter* 18, 7–10
- Matzarakis, A., 2006: Weather- and climate-related information for tourism. *Tourism and Hospitality Planning & Development* 3, 99–115
- Matzarakis, A., Rutz, F. and Mayer, H., 2007: Modelling radiation fluxes in simple and complex environments – application of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology* 51, 323–334
- Mayer, H. and Höppe, P., 1987: Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology* 38, 43–49
- Mieczkowski, Z. T., 1985: The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. *The Canadian Geographer* 29, 220–233
- Perch-Nielsen, S. L., Amelung, B. and Knutti, R., 2010: Future climate resources for tourism in Europe based on the daily Tourism Climatic Index. *Climatic Change* 103, 363–381
- Scott, D. and McBoyle, G., 2001: Using a 'tourism climate index' to examine the implications of climate change for climate as a natural resource for tourism. In: Matzarakis, A. and de Freitas, C. R. (eds.): Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation. *International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation*, Halkidi, 69–98.
- Scott, D., McBoyle, G. and Schwartzentruber, M., 2004: Climate change and the distribution of climatic resources for tourism in North America. *Climate Research* 27, 105–117
- Scott, D., Gössling, S. and de Freitas, C. R., 2008: Preferred climates for tourism: case studies from Canada, New Zealand and Sweden. *Climate Research* 38, 61–73
- Steadman, R. G., 1979: The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing Science. *Journal of Applied Meteorology* 18, 861–873
- Yu, G., Schwartz, Z. and Walsh, J. E. (2009): A weather-resolving index for assessing the impact of climate change on tourism related climate resources. *Climatic Change* 95, 551–573



Főhajtás a nagy előd előtt. Az MMT koszorújának elhelyezése a frissen felavatott Cholnoky Jenő, az MMT egykori elnöke, szobránál. Veszprém, 2014. június 14.

## CHOLNOKY JENŐ

Veszprém, 1870. július 23. — Budapest, 1950. július 5.

A hazai földrajztudomány, a hidrológia és éghajlatlan világhírű tudósa volt. Kezdi hidrológusként Lóczy Lajosnál volt tanársegéd. Geomorfológiai kutatásai során részletesen foglalkozott meteorológiai és klimatológiai kutatásokkal. 1896–98 között Kínában, Mandzsúriában hidrogeográfiai kutatásokat végzett, itt találkozott a monszun éghajlattal, aminek következtében a kontinensek és az óceánok közötti periodikus légcseré sajátosságait kezdte tanulmányozni. A mi éghajlatunkra jellemző markáns júniusi hőcsökkenés okaként 1902-ben kimondta, hogy az eurázsiai monszunos légkörzés az ok. Cholnoky 1903-tól egyetemi magántanár, 1905 és 1919 között Kolozsvárott, majd 1921 és 1940 között Budapesten egyetemi tanár. Tanítványai sorából olyan kiváló professzorok emelkedtek ki, mint Bulla Béla, Kéz Andor, Szabó Pál Zoltán, Kádár László. Már munkássága kezdetén hiányolta, hogy hazánkban a meteorológiai ismeretek egyetemi oktatása hiányos, 1903-ban jelentette meg e téren alapvető könyvét „A levegő fizikai földrajza” címmel. Élete utolsó éveiben aktívan már nem művelte a meteorológiát, fejlődését azonban figyelemmel kísérte, 1939–1944 között a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke volt. Cholnokynál több meteorológus tett doktori szigorlatot, így Réthly Antal is. Földrajzi szakértőként tagja volt az I. világháború utáni béketárgyalásokat előkészítő bizottságnak. 1920-ban az MTA levelező tagjává választották.

Simon, A., 2004: Magyarországi meteorológusok életrajzi lexikonja. OMSZ-MMT Budapest, 28

Beszámoló a szoboravatásról lapunk 65. oldalán olvasható.